

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

04121872     \*\*Image available\*\*

COLOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

PUB. NO.:     05-113572 [JP 5113572 A]

PUBLISHED:     May 07, 1993 (19930507)

INVENTOR(s):   KIMURA YUJI

OTA HIDEKAZU

KONDO HITOSHI

YAMADA KATSUYUKI

KAMEYAMA KENJI

TAKAHASHI MASAYOSHI

TANABE MAKOTO

APPLICANT(s): RICOH CO LTD [000674] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.:     03-301070 [JP 91301070]

FILED:     October 21, 1991 (19911021)

INTL CLASS:     [5] G02F-001/1343; G02F-001/1335

JAPIO CLASS:   29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA); R011 (LIQUID CRYSTALS); R119 (CHEMISTRY --  
Heat Resistant Resins); R124 (CHEMISTRY -- Epoxy Resins)

JOURNAL:     Section: P, Section No. 1602, Vol. 17, No. 474, Pg. 69,  
August 27, 1993 (19930827)

ABSTRACT

PURPOSE: To lower the wiring resistance of picture element electrodes and to commonly use a conductor electrodes as a black matrix so as to shorten stages by forming the parts which are not required to be transparent among the picture element electrodes of such conductor electrode as metal.

CONSTITUTION: The common conductor electrode 14 consisting of a metallic material, such as Al, Cu, Ag or Au, is provided on an insulating transparent substrate 1. Color filters 12 are provided thereon. A transparent interlayer insulating layer 15 is provided between the color

filters 12 and the common conductor electrode 14. Transparent electrodes 13 for display are formed on the insulating layer 15. The electrodes 13 and 14 are connected through the through-holes provided in the insulating layer 15. The parts where the conductor exists do not allow the passage of light and, therefore, these parts can be functioned as the black matrix. Then, the need for producing the black matrix is eliminated if the common conductor electrode 14 is so patterned as to constitute the black matrix of the color filters 12.

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平5-113572

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 5 月 7 日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	F I
G02F 1/1343	9018-2K	
1/1335	505 7724-2K	

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平3-301070	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
(22) 出願日	平成 3 年 (1991) 10 月 21 日	(72) 発明者	木村 裕治 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式 会社リコー内
		(72) 発明者	太田 英一 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式 会社リコー内
		(72) 発明者	近藤 均 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式 会社リコー内
		(74) 代理人	弁理士 友松 英爾

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 透明画素電極の配線抵抗を、該画素電極のうち透明であることを必要としない部分を金属のような導体電極とすることにより、できるだけ低くする点および該導体電極をブラックマスクとして兼用することにより工程短縮をはかる点。

【構成】 一対の透明基板間に液晶層を挾持したカラー液晶表示装置において、画素電極のうち透明であることを必要としない部分を金属のような導体電極とすることを特徴とする液晶表示装置。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一対の透明基板間に液晶層を挟持し、少なくとも一方の基板にカラーフィルタを持つカラー液晶表示装置において、表示用透明電極を有する側の基板に、カラーフィルタと共通導体電極、層間透明絶縁層、表示用透明電極が順次形成されており、かつ共通導体電極と表示用透明電極が層間透明絶縁層に設けたスルーホールを通して連結していることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 2】 表示用透明電極の表示領域以外の部分に金属配線を設け共通導体電極としたことを特徴とする請求項 1 記載のカラー液晶表示装置。

【請求項 3】 共通導体電極がブラックマスクとなっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のカラー液晶表示装置。

【請求項 4】 表示用透明電極を有する基板の対向基板が、各々の画素に少なくとも 1 つの能動素子が設けられていることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 記載のカラー液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【技術分野】 本発明は、カラー液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来技術】 従来の透明導電膜のうちもっとも低抵抗とされている ITO でもその比抵抗は  $1 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  程度であり、配線材料として使用されている金属材料と較べると 1 桁大きく、その比抵抗は極めて大きい。そのため表示装置における表示エリアが大面積化すると、配線抵抗に起因する信号の遅延や電圧降下が発生し、表示にバラツキがおきる。従来、アクティブマトリックスにおいて、表示用透明電極をもつ基板と対向する基板側に設けられた能動素子側は金属で行われており、またその配線を多層化することにより、配線抵抗を低くし、入力信号の遅延をおさえてすることも行われている。しかし、対向基板側、すなわち表示用透明電極を有する側における配線抵抗の低抵抗化は行われていない。さらに、単純マトリックスでの大面積化における配線の低抵抗化のためには、透明導電膜である ITO 膜の各種改質が試みられているが、いまだ満足すべき結果は得られていない。いずれにしても、従来技術においては能動素子側の不透明な金属配線を多層化する技術であり、それと対向する側の基板上にある表示用透明電極を低抵抗化する考え方は皆無であった。

## 【0003】

【目的】 本発明の目的は、カラー液晶表示装置において、表示用透明電極関連の配線抵抗をできるだけ低くすることにより大面積、高デューティー化しても安定した表示を得ることを目的とする。本発明のもう 1 つの目的は、配線とブラックマスクを兼用させることにより工程短縮をはかる点にある。

## 【0004】

【構成】 本発明の特徴の第 1 は、一対の透明基板間に液晶層を挟持し、少なくとも一方の基板にカラーフィルタを持つカラー液晶表示装置において、表示用透明電極を有する側における基板の配線部を金属材料のような導体とし、表示部のみ透明電極を用いることにより前記従来技術の課題を解決した点にある。すなわち、前記カラー液晶表示装置において、表示用透明電極を有する側における基板構造として、該基板上にカラーフィルタと共通導体電極、このカラーフィルタと共通導体電極の上に透明層間絶縁層、さらに該透明層間絶縁層の上に表示用透明電極がそれぞれ形成されており、また前記共通導体電極と表示用透明電極が前記透明層間絶縁層に設けられたスルーホールを介して連結したものであることを特徴とする。本発明の特徴の第 2 は、前記カラー液晶表示装置において、前記共通導体電極がブラックマスクを兼用していることを特徴とする。

【0005】 次に本発明の液晶表示装置に用いる前記カラーフィルタおよび表示用電極を有する基板側の構造およびその作製方法について図 7 に基づいて説明するが、その構造および作製方法は、図 7 のもの、および下記の作製方法に限定されるものではない。まず絶縁透明基板 1 としては、ガラス板、プラスチック板又はフレキシブルなプラスチックフィルム等が使用される。まずこれら透明基板 1 上に、Al, Cr, Ni, Pt, Ta, Ti, Mo, W, Cu, Ag, Au 等の金属材料をスパッタ、蒸着、CVD 法等により数百 Å ～ 数 μm の厚さに堆積させ、次いで所定のパターンにパターニングして共通導体電極 14 を設ける。次に、印刷法、レジスト法、電着法等の適当な手段によりカラーフィルタ 12 を設ける。そのカラーフィルタ 12 の配置の 1 例として、例えば図 8 に示したものがある。このカラーフィルタと共通導体電極 14 上に透明層間絶縁層 15 を設ける。該絶縁層 15 には、その上に形成される表示用透明電極 13 と前記共通導体電極 14 を連絡するスルーホールを設け、さらに該絶縁層 15 上に表示用透明電極 13 を形成し、これら両電極を前記スルーホールを通して連結する。ポリイミド、ポリエステル、エポキシ樹脂等の感光性ポリマーが低温 (UV 照射) で合成でき、しかもパターニングの為フォトリソ工程が省略できる点で好ましい。次に透明画素電極として、ITO, ZnO:Al, ZnO:Si, SnO<sub>2</sub>:Sb のような材料をスパッタリング法、蒸着法、CVD 法等の方法で数百 Å ～ 数 μm 堆積させ、所定のパターンにパターニングして作製する。透明層間絶縁層 15 としては、硬質炭素膜、SiN<sub>x</sub>, SiO<sub>2</sub>, SiO<sub>x</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ポリイミド、ポリエステル、エポキシ樹脂、ポリアミド、PVDC, PVDF, PVA, シリコン樹脂、フロロカーボン等を、CVD 法、スパッタリング法、蒸着法、塗布法 (スピンコート、ロールコート等) 等で作製する。

【0006】従来からカラー表示装置では画素間の表示されない部分にブラックマスクを作製し、もれ光を少なくし、コントラスト表示品質を向上させていたが、本発明によれば前記導体は透明材料でないから、導体が存在する部分は光を通さない。したがって、この部分はブラックマスクとして機能させることができるので、金属配線をカラーフィルタのブラックマスクとなるようにパターンニングを行なうと、ブラックマスクを作製する必要がなく、シャープな表示が可能なカラー液晶表示装置の作製が可能となる。このような場合のパターンとしては、例えば図8の(a), (b), (c)のほか各種の配置方法が考えられる。図中、Bは青、Rは赤、Gは緑の三原色を示す。デューティ比1/400以上の高デューティ高精彩が可能なアクティブマトリクス表示方式では、1画素あたりの選択時間が短く、かつ階調表示を行うので、入力信号幅がさらに短くなり入力信号の遅延が問題となり、また、大面積化による配線抵抗の高抵抗化が大きな問題であった。この対策として能動素子側の配線は低抵抗である金属配線の積層による低抵抗化が計られていたが、その対向基板側にある表示用透明電極側の高抵抗による入力信号の遅延、電圧降下は避けることができなかったで、本発明のはたす役割は大きい。

【0007】上記のようにして作製したカラーフィルタおよび表示用電極を持つ基板およびその対向基板として各画素毎にTFTやMIM等の能動素子を設けた基板を用い本発明のカラー液晶表示装置を作製する。次に本発明のカラー液晶表示装置の作製方法について具体的に述べる。図1は本発明液晶表示装置の一部切断斜視図である。まず、絶縁透明基板1としては、ガラス板、プラスチック板又はフレキシブルなプラスチックフィルム等が使用される。基板上に液晶表示用透明電極材料としてITO, ZnO:Al, ZnO:Si, SnO<sub>2</sub>:Sbのような透明電極材料をスパッタリング、蒸着、CVD法等の方法で数百Åから数μm堆積させ、次に所定のパターンにパターンニングする。アクティブマトリクス用基板にするには、透明電極をパターンニング後、各画素電極4ごとに能動素子(スイッチング素子)5と共通電極6を設ける。能動素子5としては、a-Si, Poly-Si等を用いたTFT素子や絶縁層として硬質炭素膜、SiN<sub>x</sub>, SiC, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などを用いたMIM素子、MSI素子や、PINダイオード、バックツウバックダイオード、バリスタ等を用いる。共通電極配線には、先に用いた透明電極材料やAl, Ni, Cr, Ni-Cr, Mo, Ta, Ti, Au, Ag, Pt等の高導電材料を用い、スパッタリング、蒸着、CVD法などの方法により数百Åから数μm堆積させ、パターンニングする。このようにしてアクティブマトリクス用基板が得られた。これらの基板の対向基板1には前述のカラーフィルタ12を持つ透明基板1を用いその表面にポリイミドのような配向材8を付け、ラビング処理を行な

い、シール材を付け、ギャップ材9を入れてギャップを一定にし、液晶3を封入して液晶表示装置とする。なお、前記の能動素子については、TFTのような三端子素子や、導体-絶縁体-導体(MIM)素子のような二端子素子があるが、その構造、作製方法の容易さからMIM素子が有利である。特にMIM素子の絶縁層に硬質炭素膜を使用した場合、硬質炭素膜の製造方法及び膜質より大面積にかつ欠陥の少ない高品質の液晶表示装置の作製が可能となるため特に望ましい。

10 【0008】本発明に用いるMIM型素子の作製方法について図2に基づいて詳細に説明する。まず、ガラス、プラスチック板、プラスチックフィルム等の透明絶縁性基板1上に、画素電極用透明電極材料を蒸着、スパッタリング等の方法で堆積し、所定のパターンにパターンニングし、画素電極4を形成する。次に、蒸着、スパッタリング等の方法で下部電極用導体薄膜を形成し、ウエット又はドライエッチングにより所定のパターンにパターンニングして下部電極となる第1導体7とし、その上にプラズマCVD法、イオンビーム法等により硬質炭素膜2を被覆後、ドライエッチング、ウエットエッチング又はレジストを用いるリフトオフ法により所定のパターンにパターンニングして絶縁膜とする。次にその上に蒸着、スパッタリング等の方法によりバスライン用導体薄膜を被覆し、所定のパターンにパターンニングしてバスラインとなる第2導体6を形成し、最後に下部電極7の不必要部分を除去し、透明電極パターンを露出させ、画素電極4とする。この場合、MIM素子の構成はこれに限られるものではなく、MIM素子の作成後、最上層に透明電極を設けたもの、透明電極が上部又は下部電極を兼ねた構成のもの、下部電極の側面にMIM素子を形成したもの等、種々の変形が可能である。

30 【0009】ここで下部電極、共通電極及び透明電極の厚さは通常、夫々数百〜数千Å、数百〜数千Å、数百〜数千Åの範囲である。硬質炭素膜の厚さは、100〜8000Å、望ましくは200〜6000Å、さらに望ましくは300〜4000Åの範囲である。又プラスチック基板の場合、いままですの耐熱性から能動素子を用いたアクティブマトリクス装置の作製が非常に困難であった。しかし硬質炭素膜は室温程度の基板温度で良質な膜の作製が可能であり、プラスチック基板においても作製が可能であり、非常に有効な画質向上手段である。

50 【0010】次に本発明で使用されるMIM素子の材料について更に詳しく説明する。下部電極となる第1導体7の材料としては、Al, Ta, Cr, W, Mo, Pt, Ni, Ti, Cu, Au, W, ITO, ZnO:Al, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>等種々の導電体を使用される。次にバスラインとなる第2導体6の材料としては、Al, Cr, Ni, Mo, Pt, Ag, Ti, Cu, Au, W, Ta, ITO, ZnO:Al, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>等種々の導電体を使用されるが、I-V特性の安定性及び信頼性が特に優れている点からNi, Pt,

Agが好ましい。絶縁膜として硬質炭素膜2を用いたMIM素子は電極の種類を変えても対称性が変化せず、また $1nI \propto \sqrt{V}$ の関係からプールフレネル型の伝導をしていることが判る。またこの事からこの種のMIM素子の場合、上部電極と下部電極との組合せをどのようにしてもよいことが判る。しかし硬質炭素膜と電極との密

着力や界面状態により素子特性(I-V特性)の劣化及び変化が生じる。これらを考慮すると、Ni, Pt, Agが良いことがわかった。本発明のMIM素子の電流-電圧特性は図4のように示され、近似的には以下に示すような伝導式で表わされる。

【数1】

$$I = \kappa \exp(\beta V^{\frac{1}{2}}) \quad \dots (1)$$

$$\kappa = \frac{n \mu q}{d} \exp\left(\frac{-\Phi}{k T}\right) \propto \frac{1}{\rho d} (T = \text{一定}) \quad \dots (2)$$

$$\beta = \frac{1}{k T} \left( \frac{q^2}{\pi \epsilon_1 \epsilon_2 d} \right)^{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{\sqrt{\epsilon_1 d}} (T = \text{一定}) \quad \dots (3)$$

I:電流 V:印加電圧  $\kappa$ :導電係数  $\beta$ :プールフレネル係数

n:キャリア密度  $\mu$ :キャリアモビリティ q:電子の電荷量  $\Phi$ :トラップ深さ

$\rho$ :比抵抗 d:硬質炭素の膜厚(A) k:ボルツマン定数 T:雰囲気温度

$\epsilon_1$ :硬質炭素の誘電率  $\epsilon_2$ :真空誘電率

このMIM素子は、液晶表示装置のスイッチング素子に使用するのに適している。

【0011】本発明における硬質炭素膜について詳しく説明する。硬質炭素膜を形成するためには有機化合物ガス、特に炭化水素ガスが用いられる。これら原料における相状態は常温常圧において必ずしも気相である必要はなく、加熱或は減圧等により溶解、蒸発、昇華等を経て気化し得るものであれば、液相でも固相でも使用可能である。原料ガスとしての炭化水素ガスについては、例えば $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$ 等のパラフィン系炭化水素、 $C_3H_4$ 等のオレフィン系炭化水素、アセチレン系炭化水素、ジオレフィン系炭化水素、さらには芳香族炭化水素などすべての炭化水素を少なくとも含むガスが使用可能である。さらに、炭化水素以外でも、例えば、アルコール類、ケトン類、エーテル類、エステル類、CO、CO<sub>2</sub>等、少なくとも炭素元素を含む化合物であれば使用可能である。本発明における原料ガスからの硬質炭素膜の

形成方法としては、成膜活性種が、直流、低周波、高周波、或いはマイクロ波等を用いたプラズマ法により生成されるプラズマ状態を経て形成される方法が好ましい

20 が、より大面積化、均一性向上、低温成膜の目的で、低圧下で堆積を行なうため、磁界効果を利用する方法がさらに好ましい。また高温における熱分解によっても活性種を形成できる。その他にも、イオン化蒸着法、或いはイオンビーム蒸着法等により生成されるイオン状態を経て形成されてもよいし、真空蒸着法、或いはスパッタリング法等により生成される中性粒子から形成されてもよいし、さらには、これらの組み合わせにより形成されてもよい。こうして作製される硬質炭素膜の堆積条件の一例はプラズマCVD法の場合、次の通りである。

30 RF出力: 0.1~50W/cm<sup>2</sup>

圧力: 1/10<sup>3</sup>~10Torr

堆積温度: 室温~950℃

このプラズマ状態により原料ガスがラジカルとイオンとに分解され反応することによって、基板上に炭素原子Cと水素原子Hとからなるアモルファス(非晶質)及び微結晶質(結晶の大きさは数10Å~数μm)の少なくとも一方を含む硬質炭素膜が堆積する。なお硬質炭素膜の諸特性を表1に示す。

【表1】

比抵抗 ( $\rho$ )	10 <sup>9</sup> ~10 <sup>13</sup> Ωcm
光学的バンドギャップ (E <sub>g opt</sub> )	1.0~3.0eV
膜中水素量 [C (H)]	10~50atm%
SP <sup>3</sup> /SP <sup>2</sup> 比	2/1~4/1
ピッカーズ硬度 (H)	9500 kg/mm <sup>2</sup> 以下
屈折率 (n)	1.9~2.4
欠陥密度	10 <sup>17</sup> ~10 <sup>19</sup> /cm <sup>3</sup>

注) 測定法;

50 比抵抗( $\rho$ ): コプレナー型セルによるI-V特性より求

める。

光学的バンドギャップ( $E_{\text{gopt}}$ ): 分光特性から吸収係数( $\alpha$ )を求め、数 2 式の関係より決定。

【数 2】

$$(\alpha h \nu)^{\frac{1}{2}} = B(h \nu - E_{\text{gopt}})$$

膜中水素量 [C (H)]: 赤外吸収スペクトルから 2900 /cm 付近のピークを積分し、吸収断面積 A を掛けて求める。すなわち、

$$C(H) = A \cdot \int \alpha(\nu) / \nu \cdot d\nu$$

$SP^1 / SP^2$  比: 赤外吸収スペクトルを、 $SP^1$ ,  $SP^2$  にそれぞれ帰属されるガウス関数に分解し、その面積比より求める。

ビッカース硬度(H): マイクロビッカース計による。

屈折率(n): エリプソメーターによる。

欠陥密度: ESR による。

こうして形成される硬質炭素膜はラマン分光法及び IR 吸収法による分析の結果、夫々、図 4 及び図 5 に示すように炭素原子に  $SP^1$  の混成軌道と  $SP^2$  の混成軌道とを形成した原子間結合が混在していることが明らかになっている。 $SP^1$  結合と  $SP^2$  結合との比率は、IR スペクトルをピーク分離することで概ね推定できる。IR スペクトルには、2800~3150 /cm に多くのモードのスペクトルが重なって測定されるが、夫々の波数に対応するピークの帰属は明らかになっており、図 6 のようにガウス分布によってピーク分離を行ない、夫々のピーク面積を算出し、その比率を求めれば  $SP^1 / SP^2$  を知ることができる。また、X 線及び電子線回折分析によればアモルファス状態 ( $a-C:H$ )、及び/又は約 50 Å ~ 数  $\mu m$  程度の微結晶粒を含むアモルファス状態にあることが判っている。一般に量産に適しているプラズマ CVD 法の場合には、RF 出力が小さいほど膜の比抵抗値および硬度が増加し、低圧力なほど活性種の寿命が増加するために基板温度の低温化、大面積での均一化が図れ、かつ比抵抗、硬度が増加する傾向にある。更に、低圧力ではプラズマ密度が減少するため、磁場閉じ込め効果を利用する方法は、比抵抗の増加には特に効果的である。さらに、この方法は常温~150℃程度の比較的低い温度条件でも同様に良質の硬質炭素膜を形成できるという特徴を有しているため、MIM 素子製造プロセスの低温化には最適である。従って、使用する基板材料の選択自由度が広がり、基板温度をコントロールし易いために大面積に均一な膜が得られるという特徴をもっている。また硬質炭素膜の構造、物性は表 1 に示したように、広範囲に制御可能であるため、デバイス特性を自由に設計できる利点もある。さらには、膜の誘電率も 3~5 と従来 MIM 素子に使用されていた  $Ta_2O_5$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiN_x$  と比較して小さいため、同じ電気容量をもった素子を作る場合、素子サイズが大きくてすむので、それほど微細加工を必要とせず、歩留りが向上する(駆動条件の関係から LCD と M

IM 素子の容量比は、C (LCD) : C (MIM) = 10 : 1 程度必要である。)。また、素子急峻性は  $\beta \propto 1 / \sqrt{\epsilon} \cdot \sqrt{d}$  であるため、誘電率  $\epsilon$  が小さければ急峻性は大きくなり、オン電流  $I_{\text{on}}$  とオフ電流  $I_{\text{off}}$  との比が大きくとれるようになる。このためより低デューティ比での LCD 駆動が可能となり、高密度の LCD が実現できる。さらに膜の硬度が高いため、液晶材料封入時のラビング工程による損傷が少なく、この点からも歩留りが向上する。以上の点を鑑みるに、硬質炭素膜を使用することで、低コスト、階調性(カラー化)、高密度 LCD 等が実現できる。さらにこの硬質炭素膜が炭素原子及び水素原子の他に、周期律表第 III 族元素、同第 IV 族元素、同第 V 族元素、アルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素、窒素原子、酸素原子、カルコゲン系元素又はハロゲン原子を構成元素として含んでもよい。構成元素の 1 つとして周期律表第 III 族元素、同じく第 IV 族元素、アルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素、窒素原子又は酸素原子を導入したものは硬質炭素膜の膜厚をノンドープのものに比べて約 2~3 倍に厚くすることができ、またこれにより素子作製時のピンホールの発生を防止すると共に、素子の機械的強度を飛躍的に向上することができ、更に窒素原子又は酸素原子の場合は以下に述べるような周期律表第 IV 族元素等の場合と同様な効果がある。同様に周期律表第 IV 族元素、カルコゲン系元素又はハロゲン元素を導入したものは硬質炭素膜の安定性が飛躍的に向上すると共に、膜の硬度も改善されることも相まって高信頼性の素子が作製できる。これらの効果が得られるのは第 IV 族元素及びカルコゲン系元素の場合は硬質炭素膜中に存在する活性な 2 重結合を減少させるからであり、またハロゲン元素の場合は、1) 水素に対する引抜き反応により原料ガスの分解を促進して膜中のダングリングボンドを減少させ、2) 成膜過程でハロゲン元素 X が C-H 結合中の水素を引抜いてこれと置換し、C-X 結合として膜中に入り、結合エネルギーが増大する(C-H 間及び C-X 間の結合エネルギーは C-X 間の方が大きい)からである。これらの元素を膜の構成元素とするためには、原料ガスとしては炭化水素ガス及び水素の他に膜中に周期律表第 III 族元素、同第 IV 族元素、同第 V 族元素、アルカリ金属元素、アルカリ土類金属元素、窒素原子、酸素原子、カルコゲン系元素又はハロゲン元素を含む化合物(又は分子)(以下、これらを「他の化合物」ということもある)のガスが用いられる。ここで周期律表第 III 族元素を含む化合物としては、例えば  $B(OC_2H_5)_3$ 、 $B_2H_6$ 、 $BCl_3$ 、 $BBr_3$ 、 $BF_3$ 、 $Al(O-i-C_2H_5)_3$ 、 $(CH_3)_3Al$ 、 $(C_2H_5)_3Al$ 、 $(i-C_4H_9)_3Al$ 、 $AlCl_3$ 、 $Ga(O-i-C_2H_5)_3$ 、 $(CH_3)_3Ga$ 、 $(C_2H_5)_3Ga$ 、 $GaCl_3$ 、 $GaBr_3$ 、 $(O-i-C_2H_5)_3In$ 、 $(C_2H_5)_3In$  等がある。周期律表第 IV 族元素を含む化合物としては、例えば  $Si_2H_6$ 、 $(C_2H_5)_2SiH$ 、 $SiF_4$ 、 $SiH_2Cl_2$ 、 $SiCl_4$ 、 $Si(OC_2H_5)_4$ 、 $Si(OC_2H_5)_4$ 、 $Si(OC_2H_7)_4$ 、 $GeCl_4$ 、 $GeH_4$ 、 $Ge(OC_2H$

10

20

30

40

50

、 $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ 、 $(\text{CH}_3)_4\text{Sn}$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Sn}$ 、 $\text{SnCl}_4$ 等がある。周期律表第V族元素を含む化合物としては、例えば $\text{PH}_3$ 、 $\text{PF}_3$ 、 $\text{PF}_5$ 、 $\text{PCl}_2\text{F}_2$ 、 $\text{PCl}_3$ 、 $\text{PCl}_2\text{F}$ 、 $\text{PBr}_3$ 、 $\text{PO}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $\text{P}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ 、 $\text{POCl}_3$ 、 $\text{AsH}_3$ 、 $\text{AsCl}_3$ 、 $\text{AsBr}_3$ 、 $\text{AsF}_3$ 、 $\text{AsF}_5$ 、 $\text{AsCl}_3$ 、 $\text{SbH}_3$ 、 $\text{SbF}_3$ 、 $\text{SbCl}_3$ 、 $\text{Sb}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 等がある。アルカリ金属原子を含む化合物としては、例えば $\text{LiO}-i-\text{C}_3\text{H}_7$ 、 $\text{NaO}-i-\text{C}_3\text{H}_7$ 、 $\text{KO}-i-\text{C}_3\text{H}_7$ 等がある。アルカリ土類金属原子を含む化合物としては、例えば $\text{Ca}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Mg}$ 等がある。窒素原子を含む化合物としては例えば窒素ガス、アンモニア等の無機化合物、アミノ基、シアノ基等の官能基を有する有機化合物及び窒素を含む複素環等がある。酸素原子を含む化合物としては、例えば酸素ガス、オゾン、水(水蒸気)、過酸化水素、一酸化炭素、二酸化炭素、亜酸化炭素、一酸化窒素、二酸化窒素、三酸化二窒素、五酸化二窒素、三酸化窒素等の無機化合物、水酸基、アルデヒド基、アシル基、ケトン基、ニトロ基、ニトロソ基、スルホン基、エーテル結合、エステル結合、ペプチド結合、酸素を含む複素環等の官能基或いは結合を有する有機化合物、更には金属アルコキシド等が挙げられる。カルコゲン系元素を含む化合物としては、例えば $\text{H}_2\text{S}$ 、 $(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_4\text{S}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{SC}_2\text{H}_5$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{SCH}_2$ 、チオフェン、 $\text{H}_2\text{Se}$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Se}$ 、 $\text{H}_2\text{Te}$ 等がある。またハロゲン元素を含む化合物としては、例えば弗素、塩素、臭素、沃素、弗化水素、弗化塩素、弗化臭素、弗化沃素、塩化水素、塩化臭素、塩化沃素、臭化水素、臭化沃素、沃化水素等の無機化合物、ハロゲン化アルキル、ハロゲン化アリアル、ハロゲン化スチレン、ハロゲン化ポリメチレン、ハロホルム等の有機化合物が用いられる。

【0012】

#### 【実施例】

##### 実施例1

以下に実施例を示す。但し本発明は、これらに限られるものではない。透明基板にはパイレックス基板を用い、次にITOを800Åマグネトロンスパッタ法を用い堆積させた。次いでパターン化して画素電極を形成した。次に能動素子として硬質炭素膜を使用したMIM素子を以下の様に設けた。まず基板の画素電極上にAlを蒸着法により800Å厚に堆積後、パターン化して下部電極を形成した。その上に絶縁膜として硬質炭素膜をプラズマCVD法により900Å厚に堆積後、ドライエッチングによりパターン化した。更に各硬質炭素絶縁膜上にNiを蒸着法により1000Å厚に堆積後、パターン化して上部電極を形成した。対向基板として、パイレックス基板上にAlを5000Å堆積し、パターニングをして共通配線とし、かつブラックマスクとした。次いでレジスト法を用いてR.G.B.のカラーフィルタを作製した。次いでエポキシ樹脂を塗布し、次いでスルーホールを作製する。次にITOを1000Å堆積し、所定のパターンにパターニングし、カラーフィルタ付基板とした。次

にこれらの基板の上に配向膜としてポリイミド膜を形成し、ラビング処理を行なった。次にこれらの基板を各画素電極側を内側にして対向させ、ギャップ材を介して貼合せ、更にこうして形成されたセル内に液晶材料を封入することによりカラー液晶表示装置を作った。この時MIM素子に用いた硬質炭素の成膜条件は、

圧力 : 0.03 Torr

$\text{CH}_4$  流量 : 10 SCCM

RFパワー : 0.2 W/cm<sup>2</sup>

温度 : 室温

であった。

##### 実施例2

透明基板にはプラスチック基板を用い、この基板上両面に $\text{SiO}_x$ を4000Å両面コートし、次にITOを1000Åマグネトロンスパッタ法を用い堆積させた。次いでパターン化して画素電極を形成した。次に能動素子として硬質炭素膜を使用したMIM素子を以下の様に設けた。まず基板の画素電極上に、Alを蒸着法により600Å厚に堆積後、パターン化して下部電極を形成した。その上に絶縁膜として硬質炭素膜をプラズマCVD法により1100Å厚に堆積後、ドライエッチングによりパターン化した。更に各硬質炭素絶縁膜上にNiを蒸着法により1000Å厚に堆積後、パターン化して上部電極を形成した次にカラーフィルタ付き基板として、フレキシブルプラスチックフィルム基板にCrを1μm堆積させ、次に所定のパターンにパターニングし共通電極かつブラックマスクとした。次にカラーフィルタを印刷法を用いて作製した。次に層間絶縁層としてポリイミド膜をもうけ、次いでスルーホールを作製した。さらにその上にITOを堆積、パターニングし画素電極とした。次に両基板の上に配向膜としてポリイミド膜を形成し、ラビング処理を行なった。次にこれらの基板を各画素電極側を内側にして対向させ、ギャップ材を介して貼合せ、更にこうして形成されたセル内に市販の液晶材料を封入することによりカラー液晶表示装置を作った。この時MIM素子に用いた硬質炭素の成膜条件は、

圧力 : 0.05 Torr

$\text{CH}_4$  流量 : 10 SCCM

RFパワー : 0.3 W/cm<sup>2</sup>

温度 : 室温

であった。

##### 実施例3

一方の透明基板としてパイレックスガラス基板上に次のようにしてMIM素子を設けた。Crをスパッタリング法により1000Å厚に堆積後、パターン化して下部共通電極を形成した。次にその上に $\text{SiH}_4$ 及び $\text{NH}_3$ からP-CVD法により800Å厚の $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜を形成後、パターン化して絶縁膜を形成した。更にその上にCrを2000Å厚に蒸着後、パターン化して上部電極とした。次にこうして形成されたMIM素子上にITOをス



パタリング法で500Å厚に堆積後、パターン化して画素電極とした。次にカラーフィルタ付基板として、パイレックス基板上にTaを8000Å厚に堆積し、パターンニングし、共通電極及びブラックストライプとした。次にカラーフィルタを印刷法で作製した。次に層間絶縁層としてSiO<sub>2</sub>を1μm作製し、次いでスルーホールを設けた。この上にITOを堆積、パターンニングして画素電極とした。次にこれらの基板を各画素電極側を内側に

#### 実施例 4

一方の透明基板として石英基板上に能動素子としてTFTを形成した。その形成法は次の通りである。まず基板上にpoly-Si活性層を減圧CVD法により基板温度850℃で2000Å厚に堆積せしめ、その上に3000ÅのSiO<sub>2</sub>からなるゲート絶縁膜を形成し、その上に1000Å厚のpoly-Siからなるゲート電極を形成し、更にその上にAlを3000Å厚に堆積させてソース・ドレイン電極を形成した。層間絶縁層は8000Å厚のSiO<sub>2</sub>膜を形成した。poly-Si活性層への不純物拡散は塗布式不純物拡散材を用いて行なったが、イオン注入等による方法でも可能である。その他は実施例1と同様にしてカラー液晶表示装置を得た。

#### 実施例 5

まずパイレックス基板にCrを6000Å堆積させ、所定のパターンにパターンニングした。次いでカラーフィルタをレジスト法を用いて作製した。次に層間絶縁層として、ポリエステルを2μm設け、これにコンタクトホールを作製した。この上にITOを堆積し、次いで所定のパターンにパターンニングして画素電極とした。次に他方の透明基板としてパイレックス基板上にITOをスパッタリング法により1000Å厚に堆積後、ストライプ状にパターン化して共通画素電極を形成した。次にこれらの基板の上に配向膜としてポリイミド膜を形成し、ラビング処理を行なった。次にこれらの基板を各画素電極側を内側に

【0013】

【効果】本発明は、透明電極のうち透明であることを必

要としない部分を金属のような導体電極とすることにより、(1)配線抵抗が低くなり、信号の遅延、電圧降下がなくなり表示特性が向上する、(2)積層した導体層がブラックマスクとなり、配線抵抗が低くなり、かつ、もれ光がなくなるため、高コントラスト表示が可能なカラー液晶表示装置が得られる、(3)アクティブマトリックス表示装置においても、大面積、高デューティにおいても、信号の遅延がなく、高階調、高コントラスト表示が可能となった、などの効果が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の1例を示す斜視図である。

【図2】本発明に用いるMIM型素子の1例を示す斜視図である。

【図3】(a)および(b)は、本発明のMIM素子の典型的なI-V特性および $\ln I - \sqrt{V}$ 特性図を示す。

【図4】本発明に使用できるMIM型素子の絶縁層に使用した硬質炭素膜をIR吸収法で分析した分析結果を示すスペクトル図である。

【図5】本発明のMIM型素子の絶縁層に使用した硬質炭素膜をラマン分光法で分光した分析結果を示すスペクトル図である。

【図6】IRスペクトルのガウス分布図である。

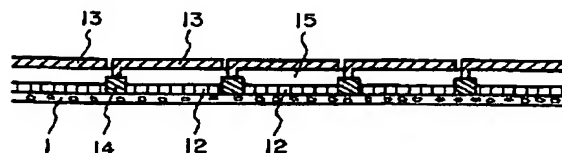
【図7】本発明のカラー液晶表示装置の透明画素電極およびカラーフィルタを有する側の基板の構造を示す。

【図8】本発明のカラー液晶表示のB, R, Gの配置パターン例を(a), (b), (c)に示す。

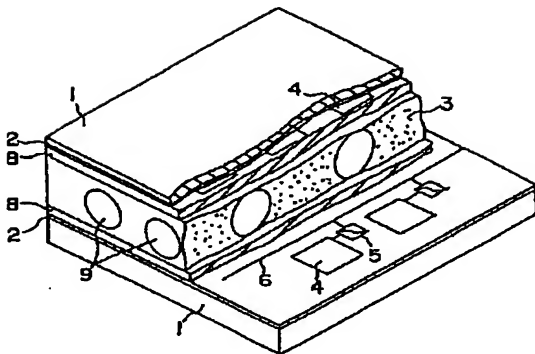
【符号の説明】

- 1 絶縁基板
- 2 硬質炭素膜
- 3 液晶
- 4 画素電極
- 5 能動素子
- 6 第2導体(バスライン)(共通電極)
- 7 第1導体(下部電極)
- 8 配向膜
- 9 ギャップ材
- 11 基板
- 12 カラーフィルタ
- 13 表示用透明電極
- 14 共通導体電極
- 15 層間絶縁層

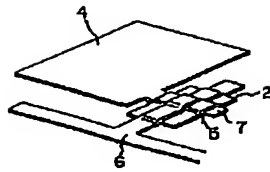
【図7】



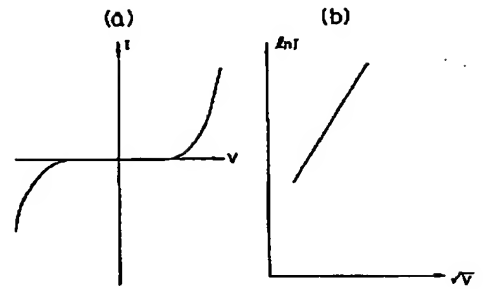
【図 1】



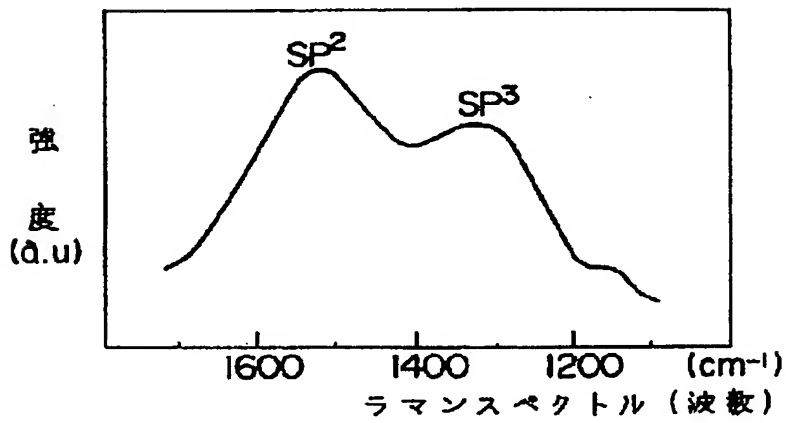
【図 2】



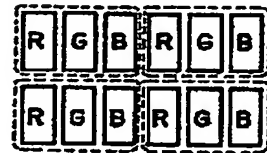
【図 6】



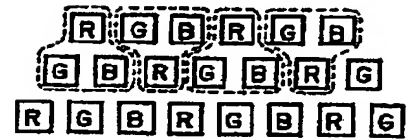
【図 3】



(a)



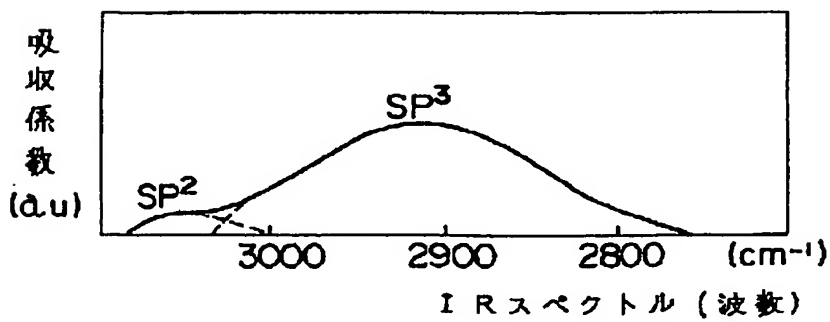
(b)



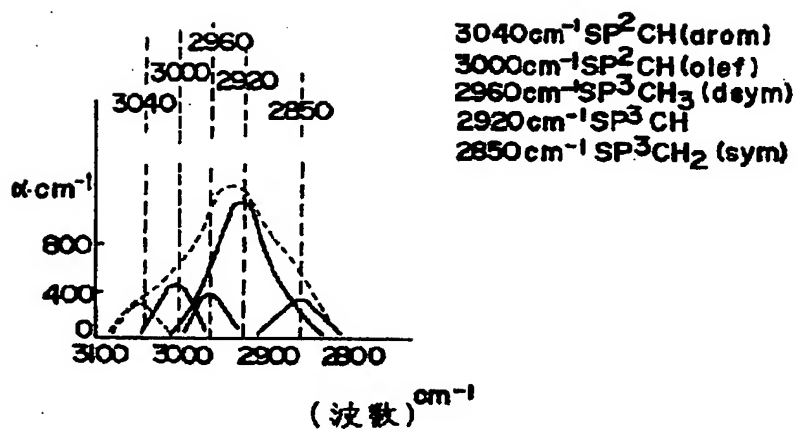
(c)



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 勝幸  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内

(72)発明者 亀山 健司  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内

(72)発明者 高橋 正悦  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内

(72)発明者 田辺 誠  
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式  
 会社リコー内